

多能互补、集成优化能源系统关键技术及挑战

2015年国家发改委能源局在《促进智能电网发展的指导意见》中明确提出“加强能源互联，促进多种能源优化互补”。随着分布式发电供能技术，能源系统监视、控制和管理技术，以及新的能源交易方式的快速发展和广泛应用，能源耦合紧密，互补互济。

综合能源系统作为多能互补在区域供能系统中最广泛的实现形式，其多种能源的源-网-荷深度融合、紧密互动对系统分析、设计、运行提出了新的要求。综合能源系统一般涵盖集成的供电、供气、供暖、供冷、供氢和电气化交通等能源系统，以及相关的通信和信息基础设施。为进一步提高用能效率，促进多种新能源的规模化利用，多种能源的源-网-荷深度融合、紧密互动又是未来能量系统发展的必然趋势，据此，能源系统多能互补研究具有前瞻性和巨大的工程应用价值。

解决的问题

由于不同能源系统发展的差异，供能往往都是单独规划、单独设计、独立运行，彼此间缺乏协调，由此所造成的能源利用率低、供能系统整体安全性和自愈能力不强等问题。传统的能源系统相互独立的运行模式无法适应综合能源系统多能互补的能源生产和利用方式，在能量生产、传输、存储和管理的各个方面，都需要以考虑运用系统化、集成化和精细化的方法来分析整个能源系统，进而提高系统鲁棒性和用能效率，并显著降低用能价格。

主要技术路线

本文通过多能流混合建模，对多能系统规划、能源转化技术、智能调控、协同控制、综合评估、系统信息安全与通信以及能源交易和商业服务运行模式等关键问题进行总结与归纳，提供一种多能系统分析的思路，并对未来能源系统进行展望。

项目实践中和理论研究的焦点，其中的关键问题可归纳为图1。多能流混合建模作为不同能源系统的统一描述，是多能系统规划、调度、控制和互动的研究基础；多能源流综合评估依据多能流模型特性为规划和运行优化提供目标集；多能流交易、商业运营模式作为系统的上层规则设计，为运行优化提供多元驱动力；而多能融合信息系统为多元定制能源交易提供支撑平台，信息系统的安全问题也是评估系统可靠性和安全性的重要依据。

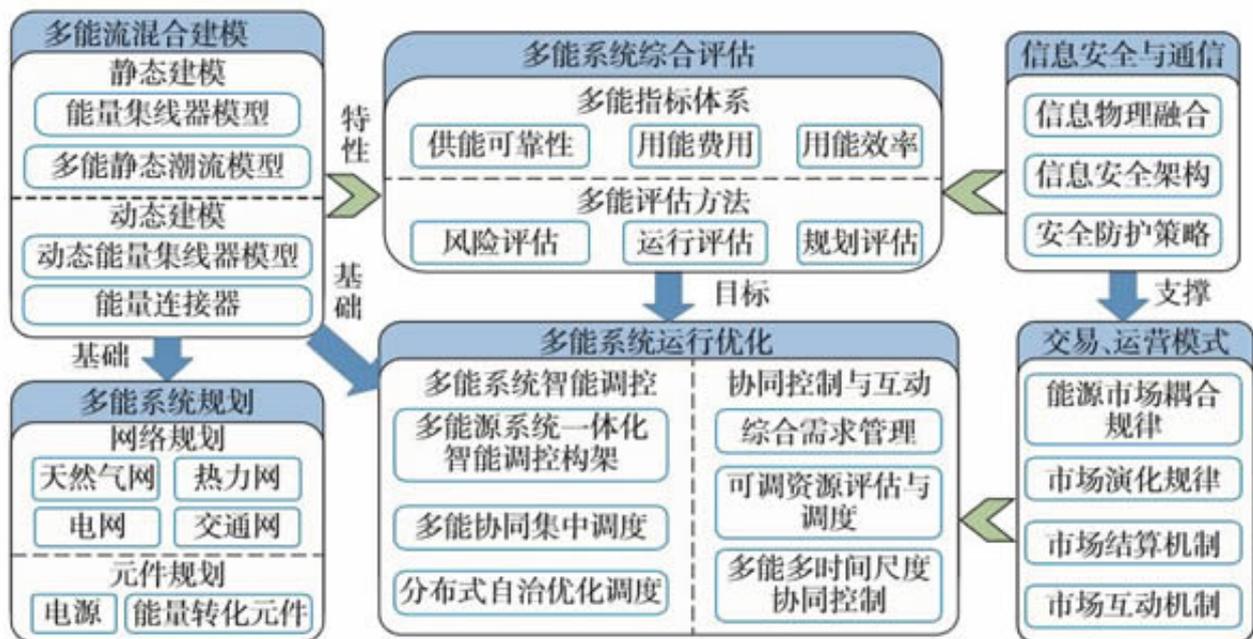


图1 多能互补、集成优化研究关系图

在多能互补静态转化和潮流建模方面的研究较为成熟，部分研究考虑了多能流网络约束。但是，对多能流多时间尺度动态性研究较为薄弱，缺乏对传输和转化过程的动态描述，尚未形成成熟的建模方法。

在多能互补规划方面，现阶段多能互补规划已经形成一套较为成熟的规划方法。然而，相关研究的规划对象多集中于源网荷，较少涉及多种储能的配置方法；并且，在不确定性分析、多时间常数系统建模、多能源系统可靠性分析以及能源市场的影响还有待进一步研究。

在多能流智能调控方面，多能互补的协同优化调度是多能系统规划和市场互动博弈的基础。通过多个系统的协同合作，实现区域系统的经济和能效目标，并促进区域新能源的大规模消纳。相反的，系统的耦合在取得互补增益的同时，故障后发生的影响范围和影响程度也会扩大，特别是对于不同时间尺度的系统来说，很容易发生连锁故障，因而对园区系统安全调控提出了新要求，电力系统在线安全分析和控制比较成熟，而对供热/冷和天然气以及多能流故障交互影响的研究相对薄弱。而用户多能流智能调控研究多从自身的利益出发，未充分考虑与多能源系统的交互，且主要面向稳态问题。

在多能协调互动与控制方面，电力系统源网荷储纵向的协同控制的研究较为领先，但多能系统间的横向协同控制方法的研究还处于起步阶段，多种能源设备调节速度差异导致难以有机配合，需要根据多能流动态特性和相互作用，进而提出最佳时间尺度配合的智能调控方法。多能互补系统中能量转化设备运营商也可参需求响应，能源转化设备运营商调整EH的调度参数，可建立基于多能互补的广义需求响应互动优化模型。目前，基于能源服务运营商和能源转化设备的需求响应的研究还在起步阶段。

在多能流综合评估方面，多能系统可靠性和性能指标体系和算法研究相对成熟，但是缺乏对耦合系统连锁故障、需求响应和市场交易不确定性等风险的研究，随着系统集成程度和市场化水平的提高，更多更复杂的关系和不确定性势必会增强系统面临的风险。

在多能流信息安全方面，对于电力系统物理信息系统安全评估和风险控制的较多，而对于其他能源信息系统特别是多种能源信息融合的研究较少，缺少多能信息互补的安全评估方法，尚没有形成成熟的多能流信息安全风险控制方法，对于互联网带来的信息安全风险，国内暂时缺乏相关工程实践，该部分研究尚停留在理论研究阶段。

在多能流市场交易方面，为真正实现能源的梯级利用，不可避免地需要推动能源交易服务的体制改革，赋予不同能源符合其能源品味的商品属性。整合能源交易市场，兼顾各方利益的收益分摊机制，可增强多能互补的经济驱动力，推动综合能源系统可持续发展。现阶段，电力市场研究较为成熟，而多能市场互补交易和收益分配研究较为薄弱。

结论

多能互补、集成优化即是通过物理信息上的互联来涌现规模效应和群集智能，以实现系统级优化目标，其中心思想在于整合资源，协调优化。现阶段，能源系统呈现出智能化、去中心化、市场化、物联化等演变趋势，将注定要颠覆现有的能源系统和行业运营模式，能源横向和纵向上的互补协调是能源系统发展的必然趋势，因此，多能互补研究具有前瞻性和巨大的工程应用价值。

为进一步提高用能效率，促进多种新能源的规模化利用，多种能源的源、网、荷、储深度融合，紧密互动又是未来能量系统发展的必然趋势。据此，多能互补研究具有前瞻性和巨大的工程应用价值，未来的多能系统也应具备以下特点：

横向上多种能源系统互补与纵向上分布式“源-网-荷-储”协调优化相结合。

高可再生能源渗透率下，考虑实时电价，运行模式变化、需求响应和开放市场等因素的随机特性，使得系统的不确定性进一步提高，再加上系统耦合互补使得能源系统规模成倍增加，具有更广阔的开放性和更大的系统复杂性。

应用虚拟云技术整合现有的能源调度管理平台、企业用能监测和评估平台、需求侧管理平台以及用户用能优化终端，融合成为一个多维度多能流的物理信息系统，为分布式电源、CCHP、多种储能、电动汽车等提供多元化物理接口，能够精确量测、汇总、储存并分析预测用能数据、能源价格信息和多能系统运行整体运行态势，形成运行安全、用能经济、互动有序的能源综合服务平台。

贯彻以“以用户为中心”的理念。综合负荷聚集商以用户利益为中心，提供经济高效的综合用能方案，引导用户“绿色需求”。能源企业要树立服务意识和社会意识，满足用户用能需求，解决用户用能难题，促进能源的梯级利用，提高能源利用效率并实现社会整体节能运行。（作者：郝然 艾芊）

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/news/122438.html>